

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-078006

(43)Date of publication of application : 14.03.2003

(51)Int.Cl.

H01L 21/768
H01L 21/312
H01L 21/60
H01L 23/12

(21)Application number : 2001-267437

(71)Applicant : IBIDEN CO LTD

(22)Date of filing : 04.09.2001

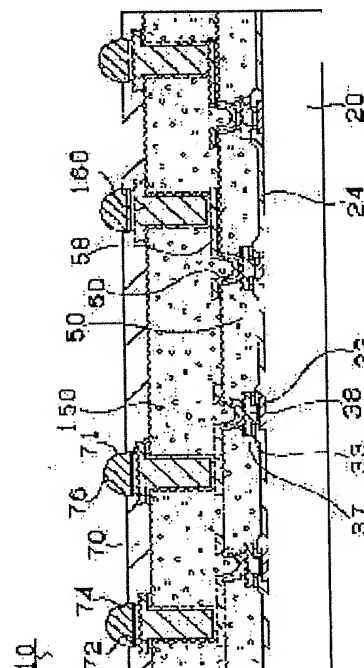
(72)Inventor : KANEKO MASAHIRO
HAYASHI MASAYUKI

(54) SEMICONDUCTOR CHIP AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor chip which can prevent its cracking and secure its connection reliability.

SOLUTION: In a semiconductor chip 10, an interlayer resin insulating layer 50 and an interlayer resin insulating layer 150 are formed on an IC chip 20. The interlayer resin insulating layer 150 contains an inorganic filler which is adjusted so that its linear thermal expansion coefficient becomes small. Consequently, expansion and contraction of the layer 150 when subjected to a repetitive heat cycle can be suppressed and cracking of the layer 150 can be prevented.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-78006

(P2003-78006A)

(43)公開日 平成15年3月14日(2003.3.14)

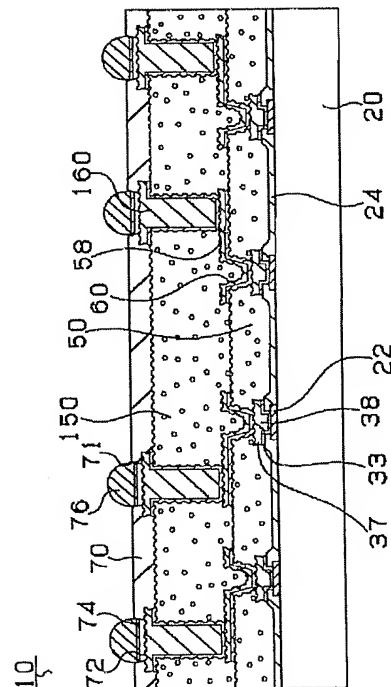
(51)Int. Cl. ⁷		識別記号		F I		テマコード(参考)		
H O 1 L	21/768			H O 1 L	21/312	A	5F033	
	21/312				23/12	5 0 1	C	5F058
	21/60				21/90		B	
	23/12	5 0 1			21/92	6 0 3	B	
						6 0 4	E	
審査請求 未請求 請求項の数 1 4				O L	(全 2 1 頁)		最終頁に続く	
(21)出願番号 特願2001-267437(P2001-267437)				(71)出願人 000000158 イビデン株式会社 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地				
(22)出願日 平成13年9月4日(2001.9.4)				(72)発明者 金子 昌弘 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社内				
				(72)発明者 林 正幸 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社内				
				(74)代理人 100095795 弁理士 田下 明人 (外1名)				
				最終頁に続く				

(54)【発明の名称】半導体チップおよびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 クラックを防止でき、接続信頼性を確保できる半導体チップを提供する。

【解決手段】 半導体チップ10は、ICチップ20上に層間樹脂絶縁層50、層間樹脂絶縁層150を配置して成る。層間樹脂絶縁層150は、無機フィラーが含有され、線熱膨張係数が小さくなるように調整されている。このため、熱サイクルを繰り返し受けた際の伸縮が抑制され、層間樹脂絶縁層150でのクラックの発生を防止できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体素子上に層間絶縁層と、導体回路とが繰り返し形成され、前記層間絶縁層にバイアホールが形成され、最上層の前記層間絶縁層上に外部基板と接続するための接続部が配設され、前記バイアホール及び前記接続部を介して電気接続される半導体チップであって、

少なくとも 1 つの前記層間絶縁層に、無機フィラー及びエラストマーを含有していることを特徴とする半導体チップ。

【請求項 2】 半導体素子上に層間絶縁層と、導体回路とが繰り返し形成され、前記層間絶縁層にバイアホールが形成され、最上層の前記層間絶縁層に柱状の電性金属からなる導電ポストが配設され、最上層の前記層間絶縁層上に外部基板と接続するための接続部が配設され、前記バイアホール、前記導電ポスト及び前記接続部を介して電気接続される半導体チップであって、

前記最上層の層間絶縁層に、無機フィラー及びエラストマーを含有していることを特徴とする半導体チップ。

【請求項 3】 前記無機フィラーは、アルミニウム化合物、カルシウム化合物、カリウム化合物、マグネシウム化合物、および、ケイ素化合物からなる群から選択された少なくとも 1 種である請求項 1 又は請求項 2 のいずれか 1 記載の半導体チップ。

【請求項 4】 前記無機フィラーは、その粒径が 0.1 ～ 5.0 μm の範囲にある請求項 1 ～請求項 3 のいずれか 1 記載の半導体チップ。

【請求項 5】 前記エラストマー成分は、天然ゴム、合成ゴム、熱可塑性樹脂、および、熱硬化性樹脂からなる群から選択された少なくとも 1 種である請求項 1 ～請求項 4 のいずれか 1 記載の半導体チップ。

【請求項 6】 前記エラストマー成分は、前記層間絶縁層に海島構造となるようにミクロ相分離している請求項 5 記載の半導体チップ。

【請求項 7】 前記半導体素子のダイパッド上に、当該半導体素子の最上層の層間絶縁層のバイアホールを接続するためのトランジション層が形成され、該トランジション層は、少なくとも 2 層以上であることを特徴とする請求項 1 ～請求項 6 に記載の半導体チップ。

【請求項 8】 前記トランジション層の最下層は、スズ、クロム、チタン、ニッケル、亜鉛、コバルト、金、銅のいずれかから選ばれる少なくとも 1 種類以上で積層されることを特徴とする請求項 7 に記載の半導体チップ。

【請求項 9】 前記トランジション層の最上層は、ニッケル、銅、金、銀、亜鉛、鉄の中から選ばれることを特徴とする請求項 7 に記載の半導体チップ。

【請求項 10】 前記半導体素子のダイパッド上に、当該半導体素子の最上層の層間絶縁層のバイアホールを接続するためのトランジション層が形成され、該トランジ

ション層は、第 1 薄膜層、第 2 薄膜層、厚付け層で形成されていることを特徴とする請求項 1 ～請求項 6 に記載の半導体チップ。

【請求項 11】 前記トランジション層の第 1 薄膜層は、スズ、クロム、チタン、ニッケル、亜鉛、コバルト、金、銅のいずれかから選ばれる少なくとも 1 種類以上で積層されることを特徴とする請求項 10 に記載の半導体チップ。

【請求項 12】 前記トランジション層の第 2 薄膜層は、ニッケル、銅、金、銀の中から選ばれる 1 種類以上であることを特徴とする請求項 10 または請求項 11 に記載の半導体チップ。

【請求項 13】 前記厚付け層はニッケル、銅、金、銀、亜鉛、鉄の中から選ばれる 1 種類以上であることを特徴とする請求項 10 ～請求項 12 のいずれか 1 に記載の半導体チップ。

【請求項 14】 半導体素子上に層間絶縁層と、導体回路とが繰り返し形成され、前記層間絶縁層にはバイアホールが形成され、最上層の前記層間絶縁層には、導電性金属を柱状に充填してなる導電ポストが配設され、最上層の前記層間絶縁層上には外部基板と接続するための接続部が配設され、前記バイアホール、前記導電ポスト及び前記接続部を介して電氣的接続される半導体チップの製造方法であって、

前記最上層の層間絶縁層を、無機フィラー及びエラストマーを含有する樹脂組成物を用いて形成することを特徴とする半導体チップの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体チップおよびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体チップの技術分野においては、更なる高密度化を図るために、小型化チップの開発が進められている。そのような技術の一つに、チップサイズパッケージ (CSP) がある。この CSP においては、半導体チップの一面側に形成された半田ボールを介して、半導体チップとプリント基板とを接続する構造が採用されている。

【0003】ところで、半導体チップに使用されるシリコンウエハの線熱膨張率は $3 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 程度であるのに対し、プリント基板に通常使用されるガラスエポキシ基板の線熱膨張率は $15 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 程度である。このため、実装後に半導体チップが作動して熱サイクルを繰り返し受けると、半導体チップとプリント基板との接合部分に、両者の線熱膨張率の相違に起因する応力が生じる。この熱応力により、半導体チップおよびプリント基板の接続パッドと半田ボールとの間に剥離が生じてしまう場合がある。

【0004】この問題を解決するために、ウエハの表面

に柔軟性のある樹脂絶縁層を備えた構造が提案されている。このものは、図 18 に示すように、ウエハ 120A の電極パッド 122 側の表面に、絶縁層 350 が形成され、該絶縁層 350 にバイアホール 260 及び導体回路 258 が形成されている。更に、絶縁層 350 の上層に例えばエポキシ樹脂等からなる樹脂絶縁層 450 が形成され、この樹脂絶縁層 450 に、導体回路 258 に接続される銅めっきポスト 360 が形成され、この銅めっきポスト 360 上に半田ボール 176 が形成されている。そして、半田ボール 176 を介してプリント配線板 310 のパッド 312 に接続される。このような構造では、絶縁層 450 と銅めっきポスト 360 とによって、シリコンからなる IC チップ 120 と樹脂から成るプリント基板 310 との線熱膨張率差から生じる応力を吸収することが試みられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、銅めっきポスト 360 は、金属である銅をめっき充填してなるので、外部から加わった応力を内部へ吸収することがない。このため、ウエハ 120A とプリント基板 310 との線熱膨張率差により、銅めっきポスト 360 へ図 18 中の上下方向の力が加わった際に、銅めっきポスト 360 の側壁からの応力が水平方向に働き、樹脂絶縁層 450 にクラックを生じ、また、導体回路 258 と銅めっきポスト 360 との剥離が生じることがあった。

【0006】更に、上記樹脂絶縁層 450 として使用されているエポキシ樹脂の線熱膨張率は約 $50 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ であり、ウエハ 120A およびプリント基板 310 の線熱膨張率と比較して非常に大きい。このため、IC チップ 120 が作動して熱サイクルを繰り返し受けた際に、樹脂絶縁層 450 とウエハ 120A およびプリント基板 310 との線熱膨張率差によって大きな応力が発生し、樹脂絶縁層 450 にクラックが生じる場合があった。

【0007】本発明は、上記した事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、クラックを防止でき、接続信頼性を確保できる半導体チップ及びその製造方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために請求項 1 の発明は、半導体素子上に層間絶縁層と、導体回路とが繰り返し形成され、前記層間絶縁層にバイアホールが形成され、最上層の前記層間絶縁層上に外部基板と接続するための接続部が配設され、前記バイアホール及び前記接続部を介して電気接続される半導体チップであって、少なくとも 1 つの前記層間絶縁層に、無機フィラー及びエラストマーを含有していることを技術的特徴とする。

【0009】また、請求項 2 の半導体チップは、半導体素子上に層間絶縁層と、導体回路とが繰り返し形成され、前記層間絶縁層にバイアホールが形成され、最上層

の前記層間絶縁層に柱状の電性金属からなる導電ポストが配設され、最上層の前記層間絶縁層上に外部基板と接続するための接続部が配設され、前記バイアホール、前記導電ポスト及び前記接続部を介して電気接続される半導体チップであって、前記最上層の層間絶縁層に、無機フィラー及びエラストマーを含有していることを技術的特徴とする。

【0010】請求項 1、請求項 2 の発明によれば、半導体チップの層間絶縁層は、無機フィラーを含み、線熱膨張係数が小さくなるように調整されている。。このため、半導体チップが作動して熱サイクルを繰り返し受けた場合でも、層間絶縁層の伸縮を制限し、生じる応力が小さくできる。これにより、層間絶縁層のクラックを防止でき、接続信頼性を確保することが可能となる。

【0011】層間絶縁層には、エラストマーからなる樹脂を配合される。エラストマー自身が柔軟性、反発弾性に富んでいるため、応力を受けてもその応力を吸収し、または、応力が緩和されるので、含有される無機フィラーにより層間絶縁層の靱性が低くなくても、エラストマーを含むことで、クラックを防止することができる。このため、半導体素子と外部基板との線熱膨張率差により、導電ポストの高さ方向の力が加わり、導電ポストの応力が水平方向に層間樹脂絶縁層側へ働いた際にも、エラストマーを含む層間樹脂絶縁層が応力を受けてもその応力を吸収し、または、応力が緩和されるので、クラックを防止することができる。

【0012】上記無機フィラーとしては、特に限定されるものではないが、例えば、アルミニウム化合物、カルシウム化合物、カリウム化合物、マグネシウム化合物、ケイ素化合物等が挙げられる。これらの化合物は、単独で用いてもよく、2 種以上を併用してもよい。

【0013】上記アルミニウム化合物としては、例えば、アルミナ、水酸化アルミニウム等が挙げられ、上記カルシウム化合物としては、例えば、炭酸カルシウム、水酸化カルシウム等が挙げられる。

【0014】上記カリウム化合物としては、例えば、炭酸カリウム等が挙げられ、上記マグネシウム化合物としては、例えば、マグネシア、ドロマイト、塩基性炭酸マグネシウム等が挙げられ、上記ケイ素化合物としては、例えば、シリカ、ゼオライト等が挙げられる。

【0015】上記無機フィラーの形状としては、特に限定されるものではないが、例えば、球状、楕円球状、多面体状等が挙げられる。このなかでは、先端が尖っているとクラックが発生しやすいことから、球状、楕円球状等が望ましい。

【0016】上記無機フィラーの大きさは、最も長い部分の長さ（または直径）が $0.1 \sim 5.0 \mu\text{m}$ の範囲のものが望ましい。 $0.1 \mu\text{m}$ 未満では、層間絶縁層が熱膨張した際に発生する内部応力を緩和するのが難しく、熱膨張率が調整できず、 $5.0 \mu\text{m}$ を超えると、層間絶

10

20

30

40

50

縁層自体が硬く脆くなり、また、光硬化や熱硬化を行う際に、無機フィラーが樹脂同士の反応を阻害し、その結果、クラックが発生しやすくなってしまう。このような点から、無機フィラーは、透明のものがより好ましい。

【0017】上記無機フィラーとして、 SiO_2 を配合する際には、その配合量は、3～50重量%の範囲が好ましい。3重量%未満では、層間絶縁層の熱膨張係数が低下せず、一方、50重量%を超えると解像度が落ちて開口部に異常をきたす。より好ましくは、5～40重量%である。また、層間絶縁層中の無機フィラーの含有割合は、5～40重量%が好ましい。無機フィラーを上記含有割合で用いることにより、効果的に層間絶縁層の線膨張係数を低下させることができ、熱膨張により発生する応力を効果的に緩和することができる。

【0018】層間絶縁層に含有されるエラストマー成分は、上記層間絶縁層の硬化後に海島構造となるようにマイクロ相分離していることが望ましい。海島構造とすることにより、その応力に起因するクラック、剥離を防止することができる。

【0019】本発明で使用されるエラストマーとしては、例えば、天然ゴム、合成ゴム、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂等が挙げられる。特に、応力を十分に緩和することができるのは、熱硬化性樹脂からなるエラストマーである。上記熱硬化性樹脂からなるエラストマーとしては、例えば、ポリエステル系エラストマー、スチレン系エラストマー、塩化ビニル系エラストマー、フッ素系エラストマー、アミド系エラストマー、オレフィン系エラストマー等が挙げられる。

【0020】上記エラストマー成分の形状としては、特に限定されるものではないが、応力を吸収したり、緩和したりする効果に優れることから、球状、楕円球状等が望ましい。上記エラストマー成分の大きさは、特に限定されるものではないが、最も長い部分の長さ（または直径）が0.5～1.5 μm の範囲のものが望ましい。上記エラストマー成分の大きさが0.5 μm 未満では、応力を緩和したり、吸収したりすることが困難となってクラックが生じ易くなり、1.5 μm を超えると、解像度が落ちるからである。

【0021】本発明のプリント配線板において、上記エラストマー成分は、上記層間絶縁層の硬化後に海島構造となるようにマイクロ相分離していることが望ましい。エラストマー成分をこのように分散させることが、エラストマー成分により応力を吸収したり、緩和したりする効果を得るうえで、最も適しているからである。上記海島構造とは、エラストマー成分以外の層間絶縁樹脂組成物からなる「海」の中に、エラストマー成分が「島」状に分散している状態をいう。

【0022】上記層間絶縁層中のエラストマー成分の含有割合は、1～20重量%が望ましい。上記含有割合が1重量%未満では、応力を緩和したり、吸収したりする

ことが困難となってクラックが生じやすくなり、20重量%を超えると、解像度が落ちるからである。

【0023】本発明のプリント配線板を構成する層間絶縁層は、上記無機フィラー、エラストマーのほかに、例えば、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂との複合体等を含有してもよい。このような樹脂層としては、例えば、ノボラック型エポキシ樹脂の（メタ）アクリレート、2官能性（メタ）アクリル酸エステルモノマー、分子量500～5000程度の（メタ）アクリル酸エステルの重合体、ビスフェノール型エポキシ樹脂等からなる熱硬化性樹脂、多価アクリル系モノマー等の感光性モノマー等からなる組成物を重合、硬化させたもの等が挙げられる。

【0024】上記2官能性（メタ）アクリル酸エステルモノマーとしては特に限定されず、例えば、各種ジオール類のアクリル酸またはメタクリル酸のエステルなどが挙げられ、市販品としては、日本化薬社製のR-604、PM2、PM21などが挙げられる。

【0025】上記ノボラック型エポキシ樹脂の（メタ）アクリレートとしては、例えば、フェノールノボラックやクレゾールノボラックのグリシジルエーテルを、アクリル酸やメタクリル酸などと反応させたエポキシ樹脂などが挙げられる。

【0026】次に、本発明の層間絶縁樹脂組成物について説明する。本発明の層間絶縁樹脂組成物は、層間絶縁層用樹脂を含むペースト中に無機フィラー及びエラストマーが配合されてなる。

【0027】無機フィラーとしては、上述したものをを用いることができる。また、その配合量は、形成された層間絶縁層中の含有割合が、5～20重量%となる量が好ましい。

【0028】上記エラストマー成分としては、上述したものをを用いることができる。また、その配合量は、層間絶縁樹脂組成物中の含有割合が、5～10重量%となる量が好ましい。

【0029】本発明の層間絶縁樹脂組成物は、上記無機フィラーやエラストマーのほかに、上記したノボラック型エポキシ樹脂の（メタ）アクリレート、イミダゾール硬化剤、2官能性（メタ）アクリル酸エステルモノマー、分子量500～5000程度の（メタ）アクリル酸エステルの重合体、ビスフェノール型エポキシ樹脂等からなる熱硬化性樹脂、多価アクリル系モノマー等の感光性モノマー、グリコールエーテル系溶剤などを含むペースト状の流動体であることが望ましく、その粘度は25℃で1～10Pa・sに調整されていることが望ましい。

【0030】上記イミダゾール硬化剤としては特に限定されるものではないが、25℃で液状であるイミダゾール硬化剤を用いることが望ましい。粉末では均一混練が難しく、液状の方が均一に混練できるからである。この

ような液状イミダゾール硬化剤としては、例えば、1-ベンジル-2-メチルイミダゾール（四国化成社製、1B2MZ）、1-シアノエチル-2-エチル-4-メチルイミダゾール（四国化成社製、2E4MZ-CN）、4-メチル-2-エチルイミダゾール（四国化成社製、2E4MZ）などが挙げられる。

【0031】上記グリコールエーテル系溶剤としては、例えば、下記の一般式（1）に示す化学構造を有するものが望ましく、具体的には、ジエチレングリコールジメチルエーテル（DMDG）およびトリエチレングリコールジメチルエーテル（DMTG）から選ばれる少なくとも1種を用いることがより望ましい。これらの溶剤は、30～50℃程度の加温により重合開始剤であるベンゾフェノン、ミヒラーケトン、エチルアミノベンゾフェノンを完全に溶解させることができるからである。

$$\text{CH}_3\text{O}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n-\text{CH}_3 \cdots (1)$$
（上記式中、nは1～5の整数である。）

【0032】この層間絶縁層を構成する樹脂または樹脂の複合体の線膨張係数は、 $60 \times 10^{-6} \sim 80 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ と高いが、この層中に上記無機フィラーを含有させることにより、線膨張係数を $40 \sim 50 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ 程度まで低下させることができる。

【0033】本発明で定義されるトランジション層について説明する。トランジション層は、半導体素子であるICチップと導体層と直接接続を取るために設けられた中間の仲介層を意味する。特徴としては、2層以上の金属層で形成され、半導体素子であるICチップのダイパッドよりも大きくさせることにある。それによって、電氣的接続や位置合わせ性を向上させるものである。また、トランジション層上には、直接、導体層である金属を形成することを可能にする。

【0034】ICチップのダイパッドにトランジション層を設ける理由は次の通りである。ICチップのダイパッドは、20～60μm程度の径で作られており、バイアホールはそれより大きいので位置ずれの際に未接続が発生しやすい。このため、ICチップのダイパッド上に20μmよりも大きな径のトランジション層を介在させることで、バイアホールを確実に接続させることができる。望ましいのは、トランジション層は、バイアホール径と同等以上のものがよい。

【0035】場合によっては半導体装置としてのパッケージ基板としての機能させるために外部基板であるマザーボードやドーターボードとの接続のため、BGA、半田バンプやPGA（導電性接続ピン）を配設させてもよい。また、この構成は、従来の実装方法で接続した場合よりも配線長を短くできて、ルーブインダクタンスも低減できる。

【0036】ICチップを内蔵させたコア基板の全面に蒸着、スパッタリング、無電解めっきなどを行い、全面に導電性の金属膜（第1薄膜層）を形成させる。その金

属としては、スズ、クロム、チタン、ニッケル、亜鉛、コバルト、金、銅などがよい。厚みとしては、0.001～2.0μmの間で形成させるのがよい。0.001μm未満では、全面に均一に積層できない。2.0μmを越えるものを形成させることは困難であり、効果が高まるものでもなかった。クロムの場合には0.1μmの厚みが望ましい。

【0037】第1薄膜層により、ダイパッドの被覆を行い、トランジション層とICチップにダイパッドとの界面の密着性を高めることができる。また、これら金属でダイパッドを被覆することで、界面への湿分の侵入を防ぎ、ダイパッドの溶解、腐食を防止し、信頼性を高めることができる。また、この第1薄膜層によって、リードのない実装方法によりICチップとの接続を取ることができる。ここで、銅、クロム、ニッケル、チタンを用いることが、金属との密着性やよく、また、界面への湿分の侵入を防ぐために望ましい。また、ダイパッドが銅から成る場合は、第1薄膜層には銅が最適である。

【0038】第1薄膜層上に、第2薄膜層を設けることもできる。その金属としてはニッケル、銅、金、銀などがある。特に、ダイパッドが銅からなる場合は、第1薄膜層上に、スパッタ、蒸着、又は、無電解めっきにより第2薄膜層を形成させる。電気特性、経済性、また、ダイパッドが銅からなり、後程で形成される厚付け層は主に銅であることから、第2薄膜層には銅を用いるとよい。

【0039】ここで第2薄膜層を設ける理由は、第1薄膜層では、後述する厚付け層を形成するための電解めっき用のリードを取ることができ難いためである。第2薄膜層36は、厚付けのリードとして用いられる。その厚みは0.01～5.0μmの範囲で行うのがよい。0.01μm未満では、リードとしての役割を果たし得ず、5.0μmを越えると、エッチングの際、下層の第1薄膜層がより多く削れて隙間ができてしまい、湿分が侵入し易くなり、信頼性が低下するからである。電気特性、経済性、また、後程で形成される厚付け層は主に銅であることから、銅を用いるとよい。特に、ダイパッドが銅からなる場合は、銅が最適である。

【0040】第2薄膜層上に、無電解あるいは電解めっきにより厚付けさせる。形成される金属の種類としてはニッケル、銅、金、銀、亜鉛、鉄などがある。電気特性、経済性、トランジション層としての強度や構造上の耐性、また、後程で形成されるビルドアップである導体層は主に銅であることから、銅を用い電解めっきで形成するのが望ましい。その厚みは1～20μmの範囲で行うのがよい。1μmより薄いと、上層のバイアホールとの接続信頼性が低下し、20μmよりも厚くなると、エッチングの際にアンダーカットが起こってしまい、形成されるトランジション層とバイアホールと界面に隙間が発生するからである。また、場合によっては、第1薄膜

層上に直接厚付けめっきしても、さらに、多層に積層してもよい。

【0041】その後、エッチングレジストを形成して、露光、現像してトランジション層以外の部分の金属を露出させてエッチングを行い、ICチップのダイパッド上にトランジション層を形成させる。

【0042】また、上記トランジション層の製造方法以外にも、ICチップ及びコア基板の上に形成した金属膜上にドライフィルムレジストを形成してトランジション層に該当する部分を除去させて、電解めっきによって厚付けした後、レジストを剥離してエッチング液によって、同様にICチップのダイパッド上にトランジション層を形成させることもできる。

【0043】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例について図を参照して説明する。

[第1実施例] 先ず、本発明の第1実施例に係る半導体チップを構成するチップサイズパッケージ(CSP)10の構成について図14および図15を参照して説明する。図14に示すようにチップサイズパッケージ10は、ICチップ20上に層間樹脂絶縁層50、層間樹脂絶縁層150が配設されてなる。層間樹脂絶縁層50には、バイアホール60および導体回路58が形成され、層間樹脂絶縁層150には、銅めっきポスト160が形成されている。

【0044】層間樹脂絶縁層150の上には、ソルダーレジスト層70が配設されている。ソルダーレジスト層70の開口部71下の銅めっきポスト160には、図15に示すように、外部基板210等と接続するための半田ボール76が設けられている。

【0045】本実施例のチップサイズパッケージ10では、層間樹脂絶縁層150は、無機フィラーが含有され、線熱膨張係数が、 $10 \sim 70 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ と小さくなるように調整されている。ドータボード等の外部基板210は、板状に形成された厚さ $800 \mu\text{m}$ のガラス布基材エポキシ樹脂であって、その線熱膨張係数は $15 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ である。また、ICチップ20は、シリコンからなり線熱膨張係数は $3 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ である。第1実施例のチップサイズパッケージ10では、層間樹脂絶縁層150にエラストマーが含有され靱性が高められているため、外部基板210とICチップ20との線熱膨張係数差により発生する応力差を吸収し、チップサイズパッケージ10と外部基板210とを介在する半田ボール76に大きな応力を加えない。このため、熱サイクルを繰り返し受けた場合でも、半田ボール76の剥離等が発生することがない。

【0046】更に、層間樹脂絶縁層150に無機フィラーを含有し、線熱膨張係数が小さくなるように調整されている。熱サイクルを繰り返し受けた場合でも、層間樹脂絶縁層150の伸縮が抑制され、生じる応力が小さく

て済む。これにより、層間樹脂絶縁層150でのクラックの発生を防止でき、接続信頼性を高めることができる。

【0047】また、本実施例のチップサイズパッケージ10では、層間樹脂絶縁層150に無機フィラーと共にエラストマーからなる樹脂を配合されている。エラストマー自身が柔軟性、反発弾性に富んでいるため、層間樹脂絶縁層150が応力を受けてもその応力を吸収し、または、応力が緩和されるので、クラック、剥離を防止することができる。上記エラストマー成分は、上記層間絶縁層の硬化後に海島構造となるようにミクロ相分離しており、その応力に起因するクラック、剥離を防止することができる。

【0048】即ち、銅めっきポスト160は、金属である銅をめっき充填してなるため、外部から加わった応力を内部へ吸収することがない。このため、ICチップ20と外部基板210との線熱膨張率差により、銅めっきポスト160へ図15中の上下方向の力が加わった際に、銅めっきポスト160の側壁からの応力が水平方向に層間樹脂絶縁層150側へ働くが、エラストマーを含む層間樹脂絶縁層150が応力を受けてもその応力を吸収し、または、応力が緩和されるので、クラックを防止することができる。

【0049】また、本実施例のチップサイズパッケージ10では、ICチップ部分にトランジション層38が形成されていることから、ICチップ部分には平坦化されるので、上層の層間絶縁層50も平坦化されて、膜厚みも均一になる。更に、トランジション層38によって、上層のバイアホール60を形成する際も形状の安定性を保つことができる。

【0050】更に、ダイパッド22上に銅製のトランジション層38を設けることで、パッド22上の樹脂残りを防ぐことができ、また、後工程の際に酸や酸化剤あるいはエッチング液に浸漬させたり、種々のアニール工程を経てもパッド22の変色、溶解が発生しない。これにより、ICチップのパッドとバイアホールとの接続性と信頼性を向上させる。更に、 $40 \mu\text{m}$ 径パッド22上に $60 \mu\text{m}$ 径以上のトランジション層38を介在させることで、 $60 \mu\text{m}$ 径のバイアホールを確実に接続させることができる。

【0051】引き続き、図14に示すチップサイズパッケージ10の製造方法について図1～図14を参照して説明する。先ず、ICチップ20の製造工程について説明する。本発明の第1実施例に係る半導体素子(ICチップ)の構成について、半導体素子20の断面を示す図3(A)、及び、平面図を示す図4(B)を参照して説明する。

【0052】図3(B)に示すように半導体素子20の上面には、ダイパッド22及び配線(図示せず)が配設されており、該ダイパッド22及び配線の上に、保護膜

24が被覆され、該ダイパッド22には、保護膜24の開口が形成されている。ダイパッド22の上には、主として銅からなるトランジション層38が形成されている。トランジション層38は、薄膜層33と厚付け層37とからなる。いいかえると、2層以上の金属層で形成されている。

【0053】引き続き、図3(B)を参照して上述した半導体素子の製造方法について、図1～図4を参照して説明する。

【0054】(1) 先ず、図1(A)に示すシリコンウエハー20Aに、定法により配線21及びダイパッド22を形成する(図1(B)及び図1(B)の平面図を示す図4(A)参照、なお、図1(B)は、図4(A)のB-B断面を表している)。

(2) 次に、ダイパッド22及び配線21の上に、保護膜24を形成し、ダイパッド22上に開口24aを設ける(図1(C)参照)。

【0055】(3) シリコンウエハー20Aに蒸着、スパッタリングなどの物理的な蒸着を行い、全面に導電性の金属膜(薄膜層)33を形成させる(図2(A)参照)。その厚みは、0.001～2.0μmの範囲で形成させるのがよい。その範囲よりも下の場合は、全面に薄膜層を形成することができない。その範囲よりも上の場合は、形成される膜に厚みのバラツキが生じてしまう。最適な範囲は0.01～1.0μmである。形成する金属としては、スズ、クロム、チタン、ニッケル、亜鉛、コバルト、金、銅の中から、選ばれるものを用いることがよい。それらの金属は、ダイパッドの保護膜となり、かつ、電気特性を劣化させることがない。第1実施例では、薄膜層33は、スパッタによってクロムで形成されている。クロムは、金属との密着性がよく、湿分の侵入を抑えることができる。また、クロム層の上に銅をスパッタで施してもよい。クロム、銅の2層を真空チャンバー内で連続して形成してもよい。このとき、クロム0.05～0.1μm、銅0.5μm程度の厚みである。

【0056】(4) その後、液状レジスト、感光性レジスト、ドライフィルムのいずれかのレジスト層を薄膜層33上に形成させる。トランジション層38を形成する部分が描画されたマスク(図示せず)を該レジスト層上に、載置して、露光、現像を経て、レジスト35に非形成部35aを形成させる。電解メッキを施してレジスト層の非形成部35aに厚付け層(電解めっき膜)37を設ける(図2(B)参照)。形成されるメッキの種類としてはニッケル、銅、金、銀、亜鉛、鉄などがある。電気特性、経済性、また、後程で形成されるビルドアップである導体層は主に銅であることから、銅を用いるとよく、第1実施例では、銅を用いる。その厚みは1～20μmの範囲で行うのがよい。

【0057】(5) メッキレジスト35をアルカリ溶液

等で除去した後、メッキレジスト35下の金属膜33を硫酸-過酸化水素水、塩化第二鉄、塩化第二銅、第二銅錯体-有機酸塩等のエッチング液によって除去することで、ICチップのパッド22上にトランジション層38を形成する(図2(C)参照)。

【0058】(6) 次に、基板にエッチング液をスプレーで吹きつけ、トランジション層38の表面をエッチングすることにより粗化面38αを形成する(図3(A)参照)。無電解めっきや酸化還元処理を用いて粗化面を形成することもできる。

【0059】(7) 最後に、トランジション層38が形成されたシリコンウエハー20Aを、ダイシングなどによって個片に分割して半導体素子20を形成する(図3(B)及び図3(B)の平面図である図4(B)参照)。その後、必要に応じて、分割された半導体素子20の動作確認や電気検査を行なってもよい。半導体素子20は、ダイパッド22よりも大きなトランジション層38が形成されているので、プローブピンが当てやすく、検査の精度が高くなっている。

【0060】上述した第1実施例では、薄膜層33がクロムにより形成されたが、薄膜層33をチタンにより形成することもできる。チタンは、蒸着かスパッタによって施される。チタンは、金属との密着性がよく、湿分の侵入を抑えることができる。

【0061】上述した第1実施例では、薄膜層33がクロムにより形成されたが、薄膜層をスズ、亜鉛、コバルトにより形成することもできる。更に、薄膜層をニッケルにより形成することもできる。ニッケルはスパッタにより形成する。ニッケルは、金属との密着性がよく、湿分の侵入を抑えることができる。なお、薄膜層の上に、更に銅を積層してもよい。

【0062】[第1実施例の第1改変例]第1実施例の第1改変例に係る半導体素子20について、図7(B)を参照して説明する。図3(B)を参照して上述した第1実施例に係る半導体素子では、トランジション層38が、薄膜層33と厚付け層37とからなる2層構造であった。これに対して、第1改変例では、図7(B)に示すように、トランジション層38が、第1薄膜層33と、第2薄膜層36と、厚付け層37とからなる3層構造として構成されている。

【0063】引き続き、図7(B)を参照して上述した第1改変例に係る半導体素子の製造方法について、図5～図7を参照して説明する。

【0064】(1) 先ず、図5(A)に示すシリコンウエハー20Aに、配線21及びダイパッド22を形成する(図5(B)参照)。

(2) 次に、ダイパッド22及び配線21の上に、保護膜24を形成する(図5(C)参照)。

【0065】(3) シリコンウエハー20Aに蒸着、スパッタリングなどの物理的な蒸着を行い、全面に導電性

の金属膜（第1薄膜層）33を形成させる（図5（D）参照）。その厚みは、 $0.001 \sim 2 \mu\text{m}$ の範囲で形成させるのがよい。その範囲よりも下の場合は、全面に薄膜層を形成することができない。その範囲よりも上の場合は、形成される膜に厚みのバラツキが生じてしまう。最適な範囲は $0.01 \sim 1.0 \mu\text{m}$ である。形成する金属としては、スズ、クロム、チタン、ニッケル、亜鉛、コバルト、金、銅の中から、選ばれるものをを用いることがよい。それらの金属は、ダイパッドの保護膜となり、かつ、電気特性を劣化させることがない。第1改変例では、第1薄膜層33は、クロムにより形成される。クロム、ニッケル、チタンは、金属との密着性がよく、湿分の侵入を抑えることができる。

【0066】（4）第1薄膜層33の上に、スパッタ、蒸着、無電解めっきのいずれかの方法によって第2薄膜層36を積層する（図6（A）参照）。その場合積層できる金属は、ニッケル、銅、金、銀の中から選ばれるものがよい。特に、銅、ニッケルのいずれかで形成させることがよい。銅は、廉価であることと電気伝達性がよいからである。ニッケルは、薄膜との密着性がよく、剥離やクラックを引き起こし難い。第1改変例では、第2薄膜層36を無電解銅めっきにより形成する。なお、望ましい第1薄膜層と第2薄膜層との組み合わせは、クロム-銅、クロム-ニッケル、チタン-銅、チタン-ニッケルなどである。金属との接合性や電気伝達性という点で他の組み合わせよりも優れる。

【0067】（5）その後、レジスト層を第2薄膜層36上に形成させる。マスク（図示せず）を該レジスト層上に載置して、露光、現像を経て、レジスト35に非形成部35aを形成させる。電解メッキを施してレジスト層の非形成部35aに厚付け層（電解めっき膜）37を設ける（図6（B）参照）。形成されるメッキの種類としては銅、ニッケル、金、銀、亜鉛、鉄などがある。電気特性、経済性、また、後程で形成されるビルドアップである導体層は主に銅であることから、銅を用いるとよく、第1改変例では、銅を用いる。厚みは $1 \sim 20 \mu\text{m}$ の範囲がよい。

【0068】（6）メッキレジスト35をアルカリ溶液等で除去した後、メッキレジスト35下の第2薄膜層36、第1薄膜層33を硫酸-過酸化水素水、塩化第二鉄、塩化第二銅、第二銅錯体-有機酸塩等のエッチング液によって除去することで、ICチップのパッド22上にトランジション層38を形成する（図6（C）参照）。

【0069】（7）次に、基板にエッチング液をスプレーで吹きつけ、トランジション層38の表面をエッチングすることにより粗化面38aを形成する（図7（A）参照）。無電解めっきや酸化還元処理を用いて粗化面を形成することもできる。

【0070】（8）最後に、トランジション層38が形

成されたシリコンウエハー20Aを、ダイシングなどによって個片に分割して半導体素子20を形成する（図7（B）参照）。

【0071】上述した第1改変例では、第1薄膜層33がクロムにより、第2薄膜層36が無電解めっき銅で、厚付け層37が電解銅めっきで形成された。この代わりに、第1薄膜層33をクロムにより、第2薄膜層36をスパッタ銅で、厚付け層37を電解銅めっきで形成することもできる。各層の厚みは、クロム $0.07 \mu\text{m}$ 、銅 $0.5 \mu\text{m}$ 、電解銅 $15 \mu\text{m}$ である。

【0072】更に、第1薄膜層33をチタンにより、第2薄膜層36を無電解銅で、厚付け層37を電解銅めっきで形成することもできる。各層の厚みは、チタン $0.07 \mu\text{m}$ 、めっき銅 $1.0 \mu\text{m}$ 、電解銅 $17 \mu\text{m}$ である。

【0073】また、第1薄膜層33をチタンにより、第2薄膜層36をスパッタ銅で、厚付け層37を電解銅めっきで形成することもできる。各層の厚みは、チタン $0.06 \mu\text{m}$ 、銅 $0.5 \mu\text{m}$ 、電解銅 $15 \mu\text{m}$ である。

【0074】また、第1薄膜層33をクロムにより、第2薄膜層36を無電解めっきニッケルで、厚付け層37を電解銅めっきで形成することもできる。各層の厚みは、クロム $0.07 \mu\text{m}$ 、めっき銅 $1.0 \mu\text{m}$ 、電解銅 $15 \mu\text{m}$ である。

【0075】更にまた、第1薄膜層33をチタンにより、第2薄膜層36を無電解めっきニッケルで、厚付け層37を電解銅めっきで形成することもできる。各層の厚みは、チタン $0.05 \mu\text{m}$ 、めっきニッケル $1.2 \mu\text{m}$ 、電解銅 $15 \mu\text{m}$ である。

【0076】[第1実施例の第2改変例]第2改変例に係る半導体素子20の製造方法について図8を参照して説明する。第2改変例の半導体素子の構成は、図3（B）を参照して上述した第1実施例とほぼ同様である。但し、第1実施例では、セミアディティブ工程を用い、レジスト非形成部に厚付け層37を形成することでトランジション層38を形成した。これに対して、第2改変例では、アディティブ工程を用い、厚付け層37を均一に形成した後、レジストを設け、レジスト非形成部をエッチングで除去することでトランジション層38を形成する。

【0077】この第2改変例の製造方法について図8を参照して説明する。

（1）第1実施例で図2（A）を参照して上述したように、シリコンウエハー20Aに蒸着、スパッタリングなどの物理的な蒸着を行い、全面に導電性の薄膜層33を形成させる（図8（A）参照）。その厚みは、 $0.001 \sim 2.0 \mu\text{m}$ の範囲がよい。その範囲よりも下の場合は、全面に薄膜層を形成することができない。その範囲よりも上の場合は、形成される膜に厚みのバラツキが生じてしまう。最適な範囲は $0.01 \sim 1.0 \mu\text{m}$ で形成されることがよい。形成する金属としては、スズ、クロ

10

20

30

40

50

ム、チタン、ニッケル、亜鉛、コバルト、金、銅の中から、選ばれるものを用いることがよい。それらの金属は、ダイパッドの保護となり、かつ、電気特性を劣化させることがない。第2改変例では、薄膜層33は、クロムをスパッタすることで形成される。クロムの厚みは0.05 μ mである。

【0078】(2) 電解メッキを施して薄膜層33の上に厚付け層(電解めっき膜)37を均一に設ける(図8(B)参照)。形成されるメッキの種類としては銅、ニッケル、金、銀、亜鉛、鉄などがある。電気特性、経済性、また、後程で形成されるビルドアップである導体層は主に銅であることから、銅を用いるとよく、第2改変例では、銅を用いる。その厚みは1~20 μ mの範囲で行うのがよい。それより厚くなると、後述するエッチングの際にアンダーカットが起こってしまい、形成されるトランジション層とバイアホールと界面に隙間が発生することがあるからである。

【0079】(3) その後、レジスト層35を厚付け層37上に形成させる(図8(C)参照)。

【0080】(4) レジスト35の非形成部の薄膜層33及び厚付け層37を硫酸一過酸化水素水、塩化第二鉄、塩化第二銅、第二銅錯体-有機酸塩等のエッチング液によって除去した後、レジスト35を剥離することで、ICチップのパッド22上にトランジション層38を形成する(図8(D)参照)。以降の工程は、第1実施例と同様であるため説明を省略する。

【0081】上述した第2改変例では、薄膜層33がクロムにより形成されたが、薄膜層33をチタンにより形成することもできる。

【0082】[第1実施例の第3改変例]第3改変例に係る半導体素子20の製造方法について、図9を参照して説明する。図8を参照して上述した第2改変例に係る半導体素子では、トランジション層38が、薄膜層33と厚付け層37とからなる2層構造であった。これに対して、第3改変例では、図9(D)に示すように、トランジション層38が、第1薄膜層33と、第2薄膜層36と、厚付け層37とからなる3層構造として構成されている。

【0083】この第3改変例の製造方法について図9を参照して説明する。

(1) 図6(A)を参照して上述した第1改変例と同様に、第1薄膜層33の上に、スパッタ、蒸着、無電解めっきによって第2薄膜層36を積層する(図9(A)参照)。その場合積層できる金属は、ニッケル、銅、金、銀の中から選ばれるものがよい。特に、銅、ニッケルのいずれかで形成させることがよい。銅は、廉価であることと電気伝導性がよいからである。ニッケルは、薄膜との密着性がよく、剥離やクラックを引き起こし難い。第3改変例では、第2薄膜層36を無電解銅めっきにより形成する。なお、望ましい第1薄膜層と第2薄膜層との

組み合わせは、クロム-銅、クロム-ニッケル、チタン-銅、チタン-ニッケルである。金属との接合性や電気伝導性という点で他の組み合わせよりも優れる。

【0084】(2) 電解メッキを施して第2薄膜層36の上に厚付け膜37を均一に設ける(図9(B)参照)。

【0085】(3) その後、レジスト層35を厚付け層37上に形成させる(図9(C)参照)。

【0086】(4) レジスト35の非形成部の第1薄膜層33、第2薄膜層36及び厚付け層37を硫酸一過酸化水素水、塩化第二鉄、塩化第二銅、第二銅錯体-有機酸塩等のエッチング液によって除去した後、レジスト35を剥離することで、ICチップのパッド22上にトランジション層38を形成する(図9(D)参照)。以降の工程は、第1実施例と同様であるため説明を省略する。

【0087】上述した第3改変例では、第1薄膜層33がクロムにより、第2薄膜層36が無電解めっき銅で、厚付け層37が電解銅めっきで形成された。これに対して、第1薄膜層33をクロムにより、第2薄膜層36をスパッタ銅で、厚付け層37を電解銅めっきで形成することもできる。各層の厚みは、クロム0.07 μ m、銅0.5 μ m、電解銅15 μ mである。

【0088】また、第1薄膜層33をチタンにより、第2薄膜層36を無電解銅で、厚付け層37を電解銅めっきで形成することもできる。各層の厚みは、チタン0.07 μ m、銅1.0 μ m、電解銅15 μ mである。

【0089】また更に、第1薄膜層33をチタンにより、第2薄膜層36をスパッタ銅で、厚付け層37を電解銅めっきで形成することもできる。各層の厚みは、チタン0.07 μ m、銅0.5 μ m、電解銅18 μ mである。

【0090】また、第1薄膜層33をクロムにより、第2薄膜層36を無電解めっきニッケルで、厚付け層37を電解銅めっきで形成することもできる。各層の厚みは、クロム0.06 μ m、ニッケル1.2 μ m、電解銅16 μ mである。

【0091】更にまた、第1薄膜層33をチタンにより、第2薄膜層36を無電解めっきニッケルで、厚付け層37を電解銅めっきで形成することもできる。各層の厚みは、チタン0.07 μ m、ニッケル1.1 μ m、電解銅15 μ mである。

【0092】B. チップサイズパッケージの製造工程引き続き、図14を参照して上述したチップサイズパッケージの製造方法について、図10~図13を参照して説明する。

【0093】(1) 先ず、前述した第1実施例および第2改変例の製造工程によって、トランジション層38が配設されたICチップ20を出発材料とする(図10(A)参照)。次に、このICチップ20に、後述する

硬化性樹脂フィルムを張り付けることにより、層間樹脂絶縁層 50 を設ける (図 10 (B) 参照)。

【0094】(2) 次に、波長 10.4 μm の CO_2 ガスレーザにて、ビーム径 5 mm、トップハットモード、パルス幅 5.0 μs 、マスクの穴径 0.5 mm、1 ショットの条件で、層間樹脂絶縁層 50 に直径 60 μm のバイアホール用開口 48 を設ける (図 10 (C) 参照)。液温 60 $^{\circ}\text{C}$ の過マンガン酸を用いて、開口 48 内の樹脂残りを除去する。ダイパッド 22 上に銅製のランジション層 38 を設けることで、パッド 22 上の樹脂残りを防ぐことができ、これにより、パッド 22 と後述するバイアホール 60 との接続性や信頼性を向上させる。更に、40 μm 径パッド 22 上に 60 μm 以上の径のランジション層 38 を介在させることで、60 μm 径のバイアホール用開口 48 を確実に接続させることができ *

〔無電解めっき水溶液〕

NiSO_4	0.003	mol/l
酒石酸	0.200	mol/l
硫酸銅	0.030	mol/l
HCHO	0.050	mol/l
NaOH	0.100	mol/l
α 、 α' -ピビルジル	1.00	mg/l
ポリエチレングリコール (PEG)	0.10	g/l

34 $^{\circ}\text{C}$ の液温度で 40 分間浸漬させた。

【0097】めっきの代わりに、日本真空技術株式会社製の SV-4540 を用い、Ni-Cu 合金をターゲットにしたスパッタリングを、気圧 0.6 Pa、温度 80 $^{\circ}\text{C}$ 、電力 200 W、時間 5 分間の条件で行い、Ni-Cu 合金 52 を層間樹脂絶縁層 50 の表面に形成することもできる。このとき、形成された Ni-Cu 合金層 52 の厚さは 0.2 μm である。

【0098】(5) 上記処理を終えた IC チップ 20 ※

〔電解めっき水溶液〕

硫酸	2.24	mol/l
硫酸銅	0.26	mol/l
添加剤 (アトテックジャパン製、カバラシド HL)	19.5	ml/l

〔電解めっき条件〕

電流密度	1 A/dm ²
時間	65 分
温度	22 \pm 2 $^{\circ}\text{C}$

【0100】(6) めっきレジスト 54 を 5% NaOH で剥離除去した後、そのめっきレジスト下の金属層 52 を硝酸および硫酸と過酸化水素の混合液を用いるエッチングにて溶解除去し、金属層 52 と電解めっき膜 56 からなる厚さ 16 μm の導体回路 58 及びバイアホール 60 を形成し、第二銅鍍体と有機酸とを含有するエッチング液によって、粗化面 58 α 、60 α を形成する (図 11 (C) 参照)。

【0101】(7) 次に、バイアホール 60 が設けられ

＊る。なお、ここでは、過マンガン酸などの酸化剤を用いて樹脂残さを除去したが、酸素プラズマなどやコロナ処理を用いてデスマ処理を行うことも可能である。

【0095】(3) 次に、過マンガン酸で層間樹脂絶縁層 50 の表面を粗化し、粗化面 50 α を形成する (図 10 (D) 参照)。粗化面は、0.05 \sim 5 μm の間が望ましい。

【0096】(4) 粗化面 50 α が形成された層間樹脂絶縁層 50 上に、金属層 52 を設ける。金属層 52 は、無電解めっきによって形成させた。予め層間樹脂絶縁層 50 の表層にパラジウムなどの触媒を付与させて、無電解めっき液に 5 \sim 60 分間浸漬させることにより、0.1 \sim 5 μm の範囲でめっき膜である金属層 52 を設けた (図 11 (A) 参照)。その一例として、

※に、市販の感光性ドライフィルムを貼り付け、フォトマスクフィルムを載置して、100 mJ/cm² で露光した後、0.8% 炭酸ナトリウムで現像処理し、厚さ 15 μm のめっきレジスト 54 を設ける。次に、以下の条件で電解めっきを施して、厚さ 15 μm の電解めっき膜 56 を形成する (図 11 (B) 参照)。なお、電解めっき水溶液中の添加剤は、アトテックジャパン社製のカバラシド HL である。

【0099】

た層間樹脂絶縁層 50 上に、後述する硬化性樹脂フィルムを積層する。この後、温度 50 \sim 150 $^{\circ}\text{C}$ まで昇温しながら圧力 5 kg/cm² で真空圧着ラミネートし、硬化させることによって層間樹脂絶縁層 150 を形成する (図 11 (D) 参照)。真空圧着時の真空度は、10 mmHg である。

【0102】本実施例の層間樹脂絶縁層 150 は、前述したように無機フィラーを含むため、線膨張係数が小さく、また、エラストマーを含むため応力を吸収すること

ができる。

【0103】(8) 次いで、例えば、CO₂ガスレーザによって、パルスエネルギー2.0～10.0mJ、パルス幅1～100μs、パルス間隔0.5ms以上、ショット数3～50の条件で、層間樹脂絶縁層150から導体回路58に至る銅めっきポスト用開口148を形成する(図12(A)参照)。この後、銅めっきポスト用開口148内に残留する樹脂をデスマ処理により除去する。ここでは、デスマ処理により樹脂残さを除去したが、過マンガン酸などの酸化剤を用いて樹脂残さを除

10 去することも可能である。
【0104】(9) 次に、(3)と同様にして、過マンガン酸で層間樹脂絶縁層150の表面および銅めっきポ

〔無電解めっき水溶液〕

NiSO ₄	0.003	mol/l
酒石酸	0.200	mol/l
硫酸銅	0.030	mol/l
HCHO	0.050	mol/l
NaOH	0.100	mol/l
α、α'-ピビルジル	100	mg/l
ポリエチレングリコール(PEG)	0.10	g/l

34℃の液温度で40分間浸漬させた。

【0106】(11) 次に、この銅めっき膜152上に、例えばスピンコートにより市販の感光性ドライフィルムを貼り付け、フォトマスクフィルムを載置して、100mJ/cm²で露光した後、0.8%炭酸ナトリウムで現像処理し、厚さ15μmのめっきレジスト154※

〔電解めっき水溶液〕

硫酸	2.24	mol/l
硫酸銅	0.26	mol/l
添加剤(アテックジャパン製、カバラシドHL)	19.5	ml/l

〔電解めっき条件〕

電流密度	1A/dm ²
時間	65分
温度	22±2℃

【0108】(12) めっきレジスト154を5%NaOHで剥離除去した後、そのめっきレジスト下の金属層152を硝酸および硫酸と過酸化水素の混合液を用いるエッチングにて溶解除去し、金属層152と電解銅め

40 き156からなる銅めっきポスト160を形成し、第二銅錯体と有機酸とを含有するエッチング液によって、粗化面160αを形成する(図13(A)参照)。
【0109】(13) 次に、ジエチレングリコールジメチルエーテル(DMDG)に60重量%の濃度になるように溶解させた、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂(日本化薬社製)のエポキシ基50%をアクリル化した感光性付与のオリゴマー(分子量4000)46.67重量部、メチルエチルケトンに溶解させた80重量%のビスフェノールA型エポキシ樹脂(油化シェル社製、商

※スト用開口148を粗化し、粗化面150α、148αを形成する(図12(B)参照)。粗化面は、0.05～5μmの間が望ましい。

【0105】(10) 粗化面150α、148αが形成された層間樹脂絶縁層150および銅めっきポスト用開口148の表面に、無電解めっきにより銅めっき膜152を形成する(図12(C)参照)。予め層間樹脂絶縁層150および銅めっきポスト用開口148の表層にパラジウム触媒(アテック製)などを付与させて、無電解めっき液に5～60分間浸漬させることにより、0.1～5μmの範囲でめっき膜である金属層152を設けた。その一例として、

※を設ける。次に、以下の条件で電解めっきを施して、電解銅めっき156を形成する(図12(D)参照)。なお、電解めっき水溶液中の添加剤は、アテックジャパン社製のカバラシドHLである。

【0107】

品名:エビコート1001)15重量部、イミダゾール硬化剤(四国化成社製、商品名:2E4MZ-CN)1.6重量部、感光性モノマーである多官能アクリルモノマー(共栄化学社製、商品名:R604)3重量部、同じく多価アクリルモノマー(共栄化学社製、商品名:DPE6A)1.5重量部、分散系消泡剤(サンプロコ社製、商品名:S-65)0.71重量部を容器にとり、攪拌、混合して混合組成物を調整し、この混合組成物に対して光重量開始剤としてベンゾフェノン(関東化学社製)2.0重量部、光増感剤としてのミヒラーケトン(関東化学社製)0.2重量部を加えて、粘度を25℃で2.0Pa・sに調整したソルダーレジスト組成物(有機樹脂絶縁材料)を得る。なお、粘度測定は、B型粘度計(東京計器社製、DVL-B型)で60rpmの

場合はローターNo. 4、6 rpmの場合はローターNo. 3 によった。

【0110】(14) 次に、層間樹脂絶縁層150上に、上記ソルダーレジスト組成物を20 μ mの厚さで塗布し、70℃で20分間、70℃で30分間の条件で乾燥処理を行った後、ソルダーレジストレジスト開口部のパターンが描画された厚さ5mmのフォトマスクをソルダーレジスト層70に密着させて1000mJ/cm²の紫外線で露光し、DMTG溶液で現像処理し、200 μ mの直径の開口71を形成する(図13(B)参照)。また、市販のソルダーレジストを用いてもよい。

【0111】(15) 次に、ソルダーレジスト層(有機樹脂絶縁層)70を形成したICチップ20を、塩化ニッケル(2.3 $\times 10^{-1}$ mol/l)、次亜リン酸ナトリウム(2.8 $\times 10^{-1}$ mol/l)、クエン酸ナトリウム(1.6 $\times 10^{-1}$ mol/l)を含むpH=4.5の無電解ニッケルめっき液に20分間浸漬して、開口部71に厚さ5 μ mのニッケルめっき層72を形成する。さらに、その基板を、シアン化金カリウム(7.6 $\times 10^{-3}$ mol/l)、塩化アンモニウム(1.9 $\times 10^{-1}$ mol/l)、クエン酸ナトリウム(1.2 $\times 10^{-1}$ mol/l)、次亜リン酸ナトリウム(1.7 $\times 10^{-1}$ mol/l)を含む無電解めっき液に80℃の条件で7.5分間浸漬して、ニッケルめっき層72上に厚さ0.03 μ mの金めっき層74を形成することで、銅めっきバースト160に半田パッド75を形成する(図13(C)参照)。

【0112】(16) この後、ソルダーレジスト層70の開口部71に、半田ペーストを印刷して、200℃でリフローすることにより、半田ボール76を形成する。これにより、半田ボール76を有するチップサイズパッケージ10を得ることができる(図14参照)。

【0113】半田ボール、半田ペーストには、Sn/Pb、Sn/Sb、Sn/Ag、Sn/Ag/Cuなどを用いることができる。もちろん、放射線の低 α 線タイプの半田ペーストを用いてもよい。

【0114】本実施例では、ダイシングなどによって個片に分割された半導体素子20(図3(B)参照)を出発材料とした。ここで、個片に分割されていない半導体素子20(図3(A)参照)を出発材料とし、チップサイズパッケージ形成後、このチップサイズパッケージをダイシングなどによって個片に分割してもよい。

【0115】上述した実施例では、層間樹脂絶縁層50、150に硬化性樹脂フィルムを用いた。この樹脂フィルムには、難溶性樹脂(例えば、無機フィラー)、可溶性粒子(例えば、エラストマー)、硬化剤、その他の成分が含有されている。それぞれについて以下に説明する。

【0116】本発明の製造方法において使用する樹脂は、酸または酸化剤に可溶性の粒子(以下、可溶性粒子

という)が酸または酸化剤に難溶性の樹脂(以下、難溶性樹脂という)中に分散したものである。なお、本発明で使用する「難溶性」「可溶性」という語は、同一の酸または酸化剤からなる溶液に同一時間浸漬した場合に、相対的に溶解速度の早いものを便宜上「可溶性」と呼び、相対的に溶解速度の遅いものを便宜上「難溶性」と呼ぶ。

【0117】上記可溶性粒子としては、例えば、酸または酸化剤に可溶性の樹脂粒子(以下、可溶性樹脂粒子)、酸または酸化剤に可溶性の無機粒子(以下、可溶性無機粒子)、酸または酸化剤に可溶性の金属粒子(以下、可溶性金属粒子)等が挙げられる。これらの可溶性粒子は、単独で用いても良いし、2種以上併用してもよい。ここで、無機フィラーを配合することで、層間樹脂絶縁層の線膨張係数を小さくすることができる。

【0118】上記可溶性粒子の形状は特に限定されず、球状、破碎状等が挙げられる。また、上記可溶性粒子の形状は、一様な形状であることが望ましい。均一な粗さの凹凸を有する粗化面を形成することができるからである。

【0119】上記可溶性粒子の平均粒径としては、0.1~10 μ mが望ましい。この粒径の範囲であれば、2種類以上の異なる粒径のものを含有してもよい。すなわち、平均粒径が0.1~0.5 μ mの可溶性粒子と平均粒径が1~3 μ mの可溶性粒子とを含有する等である。これにより、より複雑な粗化面を形成することができ、導体回路との密着性にも優れる。なお、本発明において、可溶性粒子の粒径とは、可溶性粒子の一番長い部分の長さである。

【0120】上記可溶性樹脂粒子としては、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂等からなるものが挙げられ、酸あるいは酸化剤からなる溶液に浸漬した場合に、上記難溶性樹脂よりも溶解速度が速いものであれば特に限定されない。上記可溶性樹脂粒子の具体例としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、ポリフェニレン樹脂、ポリオレフィン樹脂、フッ素樹脂等からなるものが挙げられ、これらの樹脂の一種からなるものであってもよいし、2種以上の樹脂の混合物からなるものであってもよい。

【0121】また、上記可溶性樹脂粒子としては、ゴムからなる樹脂粒子を用いることもできる。上記ゴムとしては、例えば、ポリブタジエンゴム、エポキシ変性、ウレタン変性、(メタ)アクリロニトリル変性等の各種変性ポリブタジエンゴム、カルボキシル基を含有した(メタ)アクリロニトリル・ブタジエンゴム等が挙げられる。これらのゴムを使用することにより、可溶性樹脂粒子が酸あるいは酸化剤に溶解しやすくなる。つまり、酸を用いて可溶性樹脂粒子を溶解する際には、強酸以外の酸でも溶解することができ、酸化剤を用いて可溶性樹脂粒子を溶解する際には、比較的酸化力の弱い過マンガン

酸塩でも溶解することができる。また、クロム酸を用いた場合でも、低濃度で溶解することができる。そのため、酸や酸化剤が樹脂表面に残留することがなく、後述するように、粗化面形成後、塩化パラジウム等の触媒を付与する際に、触媒が付与されなかつたり、触媒が酸化されたりすることがない。さらに、ゴム等のエラストマーを配合することで、層間樹脂絶縁層が応力を吸収することができる。

【0122】上記可溶性無機粒子としては、例えば、アルミニウム化合物、カルシウム化合物、カリウム化合物、マグネシウム化合物およびケイ素化合物からなる群より選択される少なくとも一種からなる粒子等が挙げられる。

【0123】上記アルミニウム化合物としては、例えば、アルミナ、水酸化アルミニウム等が挙げられ、上記カルシウム化合物としては、例えば、炭酸カルシウム、水酸化カルシウム等が挙げられ、上記カリウム化合物としては、炭酸カリウム等が挙げられ、上記マグネシウム化合物としては、マグネシア、ドロマイト、塩基性炭酸マグネシウム等が挙げられ、上記ケイ素化合物としては、シリカ、ゼオライト等が挙げられる。これらは単独で用いても良いし、2種以上併用してもよい。

【0124】上記可溶性金属粒子としては、例えば、銅、ニッケル、鉄、亜鉛、鉛、金、銀、アルミニウム、マグネシウム、カルシウムおよびケイ素からなる群より選択される少なくとも一種からなる粒子等が挙げられる。また、これらの可溶性金属粒子は、絶縁性を確保するために、表層が樹脂等により被覆されていてもよい。

【0125】上記可溶性粒子を、2種以上混合して用いる場合、混合する2種の可溶性粒子の組み合わせとしては、樹脂粒子と無機粒子との組み合わせが望ましい。両者とも導電性が低いため樹脂フィルムの絶縁性を確保することができるとともに、難溶性樹脂との間で熱膨張の調整が図りやすく、樹脂フィルムからなる層間樹脂絶縁層にクラックが発生せず、層間樹脂絶縁層と導体回路との間で剥離が発生しないからである。

【0126】上記難溶性樹脂としては、層間樹脂絶縁層に酸または酸化剤を用いて粗化面を形成する際に、粗化面の形状を保持できるものであれば特に限定されず、例えば、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、これらの複合体等が挙げられる。また、これらの樹脂に感光性を付与した感光性樹脂であってもよい。感光性樹脂を用いることにより、層間樹脂絶縁層に露光、現像処理を用いてバイアホール用開口を形成することができる。これらのなかでは、熱硬化性樹脂を含有しているものが望ましい。それにより、めっき液あるいは種々の加熱処理によっても粗化面の形状を保持することができるからである。

【0127】上記難溶性樹脂の具体例としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、フェノキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ポリフェニレン樹脂、ポリオレフィン

樹脂、ポリエーテルスルホン、フッ素樹脂等が挙げられる。これらの樹脂は単独で用いてもよいし、2種以上を併用してもよい。さらには、1分子中に、2個以上のエポキシ基を有するエポキシ樹脂がより望ましい。前述の粗化面を形成することができるばかりでなく、耐熱性等にも優れてるため、ヒートサイクル条件下においても、金属層に応力の集中が発生せず、金属層の剥離などが起きにくいからである。

【0128】上記エポキシ樹脂としては、例えば、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、アルキルフェノールノボラック型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、フェノール類とフェノール性水酸基を有する芳香族アルデヒドとの縮合物のエポキシ化物、トリグリシジルイソシアヌレート、脂環式エポキシ樹脂等が挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。それにより、耐熱性等に優れるものとなる。

【0129】本発明で用いる樹脂フィルムにおいて、上記可溶性粒子は、上記難溶性樹脂中にほぼ均一に分散されていることが望ましい。均一な粗さの凹凸を有する粗化面を形成することができ、樹脂フィルムにバイアホールやスルーホールを形成しても、その上に形成する導体回路の金属層の密着性を確保することができるからである。また、粗化面を形成する表層部だけに可溶性粒子を含有する樹脂フィルムを用いてもよい。それによって、樹脂フィルムの表層部以外は酸または酸化剤にさらされることがないため、層間樹脂絶縁層を介した導体回路間の絶縁性が確実に保たれる。

【0130】上記樹脂フィルムにおいて、難溶性樹脂中に分散している可溶性粒子の配合量は、樹脂フィルムに対して、3～40重量%が望ましい。可溶性粒子の配合量が3重量%未満では、所望の凹凸を有する粗化面を形成することができない場合があり、40重量%を超えると、酸または酸化剤を用いて可溶性粒子を溶解した際に、樹脂フィルムの深部まで溶解してしまい、樹脂フィルムからなる層間樹脂絶縁層を介した導体回路間の絶縁性を維持できず、短絡の原因となる場合がある。

【0131】上記樹脂フィルムは、上記可溶性粒子、上記難溶性樹脂以外に、硬化剤、その他の成分等を含有していることが望ましい。上記硬化剤としては、例えば、イミダゾール系硬化剤、アミン系硬化剤、グアニジン系硬化剤、これらの硬化剤のエポキシアダクトやこれらの硬化剤をマイクロカプセル化したもの、トリフェニルホスフィン、テトラフェニルホスフォニウム・テトラフェニルボレート等の有機ホスフィン系化合物等が挙げられる。

【0132】上記硬化剤の含有量は、樹脂フィルムに対

して0.05～10重量%であることが望ましい。0.05重量%未満では、樹脂フィルムの硬化が不十分であるため、酸や酸化剤が樹脂フィルムに侵入する度合いが大きくなり、樹脂フィルムの絶縁性が損なわれることがある。一方、10重量%を超えると、過剰な硬化剤成分が樹脂の組成を変性させることがあり、信頼性の低下を招いたりしてしまうことがある。

【0133】上記その他の成分としては、例えば、粗化面の形成に影響しない無機化合物あるいは樹脂等のフィラーが挙げられる。上記無機化合物としては、例えば、シリカ、アルミナ、ドロマイト等が挙げられ、上記樹脂としては、例えば、ポリイミド樹脂、ポリアクリル樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリフェニレン樹脂、メラニン樹脂、オレフィン系樹脂等が挙げられる。これらのフィラーを含有させることによって、熱膨張係数の整合や耐熱性、耐薬品性の向上などを図りチップサイズパッケージの性能を向上させることができる。

【0134】また、上記樹脂フィルムは、溶剤を含有していてもよい。上記溶剤としては、例えば、アセトン、メチルエチルケトン、シクロヘキサノン等のケトン類、酢酸エチル、酢酸ブチル、セロソルブアセテートやトルエン、キシレン等の芳香族炭化水素等が挙げられる。これらは単独で用いてもよいし、2種類以上併用してもよい。ただし、これらの層間樹脂絶縁層は、350℃以上の温度を加えると溶解、炭化をしてしまう。

【0135】[第2実施例]次に、本発明の第1実施例の改変例に係るチップサイズパッケージについて、図17を参照して説明する。上述した第1実施例では、ウエハ20Aにアルミニウムからなるダイパッドを配設させ、このダイパッド上に薄膜層33、厚付け層37の2層からなるトランジション層を配設させることによって形成されたICチップ(図3(B)参照)を用いて、チップサイズパッケージ10を形成した。これに対し、第2実施例では、ウエハ20Aに銅からなるダイパッドを配設させ、このダイパッド上に第1薄膜層33、第2薄膜層36、厚付け層37の3層構造からなるトランジション層を配設させることによって形成されたICチップを用いて、チップサイズパッケージ110を形成する。また、第1実施例では、層間樹脂絶縁層50にバイアホールをレーザで形成したが、第1実施例の改変例では、フ

ォトエッチングによりバイアホールを形成する。

【0136】この第2実施例に係るチップサイズパッケージの製造方法について、図16を参照して説明する。

(1) トランジション層38が配設されたICチップ20に、例えば硬化性樹脂であるポリイミド樹脂を塗布することにより、層間樹脂絶縁層50を形成する(図16(A)参照)。

【0137】(2) 次に、バイアホール形成位置に対応する黒円49aの描かれたフォトマスクフィルム49を層間樹脂絶縁層50に載置し、露光する(図16

(B))。

【0138】(3) DMTG液でスプレー現像し、加熱処理を行うことで層間樹脂絶縁層50に直径85μmのバイアホール用開口48を設ける(図16(C)参照)。

【0139】(4) 過マンガン酸、又は、クロム酸で層間樹脂絶縁層50の表面を粗化し、粗化面50αを形成する(図16(D)参照)。粗化面は、0.05～5μmの間が望ましい。なお、以降の工程は、上述した第1実施例と同様であるため、説明を省略する。

【図面の簡単な説明】

【図1】(A)、(B)、(C)は、本発明の第1実施例に係る半導体素子の製造工程図である。

【図2】(A)、(B)、(C)は、本発明の第1実施例に係る半導体素子の製造工程図である。

【図3】(A)、(B)は、本発明の第1実施例に係る半導体素子の製造工程図である。

【図4】(A)は、本発明の第1実施例に係るシリコンウエハの平面図であり、(B)は、個片化された半導体素子の平面図である。

【図5】(A)、(B)、(C)、(D)は、第1実施例の第1改変例に係る半導体素子の製造工程図である。

【図6】(A)、(B)、(C)は、第1実施例の第1改変例に係る半導体素子の製造工程図である。

【図7】(A)、(B)は、第1実施例の第1改変例に係る半導体素子の製造工程図である。

【図8】(A)、(B)、(C)、(D)は、第1実施例の第2改変例に係る半導体素子の製造工程図である。

【図9】(A)、(B)、(C)、(D)は、第1実施例の第3改変例に係る半導体素子の製造工程図である。

【図10】(A)、(B)、(C)、(D)は、本発明の第1実施例に係るチップサイズパッケージの製造工程図である。

【図11】(A)、(B)、(C)、(D)は、本発明の第1実施例に係るチップサイズパッケージの製造工程図である。

【図12】(A)、(B)、(C)、(D)は、本発明の第1実施例に係るチップサイズパッケージの製造工程図である。

【図13】(A)、(B)、(C)は、本発明の第1実施例に係るチップサイズパッケージの製造工程図である。

【図14】本発明の第1実施例に係るチップサイズパッケージの断面図である。

【図15】本発明の第1実施例に係るチップサイズパッケージを外部基板に取り付けた状態の断面図である。

【図16】(A)、(B)、(C)、(D)は、本発明の第2実施例に係るチップサイズパッケージの製造工程図である。

【図17】本発明の第2実施例に係るチップサイズパッ

ケージの断面図である。

【図18】従来のチップサイズパッケージの断面図である。

【符号の説明】

20 ICチップ（半導体素子）

20A ウエハ

22 ダイパッド

24 保護膜

33 薄膜層

36 薄膜層

37 厚付け層

38 トランジション層

50 層間樹脂絶縁層

58 導体回路

60 バイアホール

70 ソルダーレジスト層

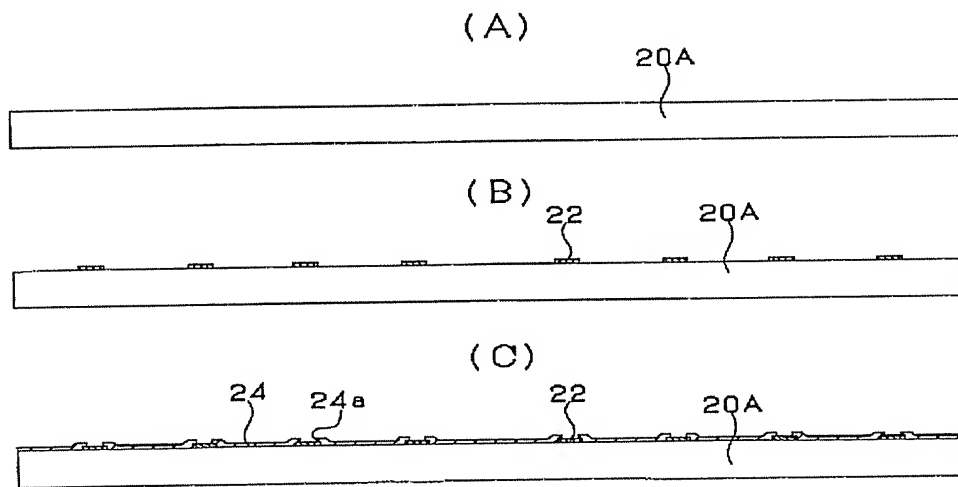
76 半田ボール

150 層間樹脂絶縁層

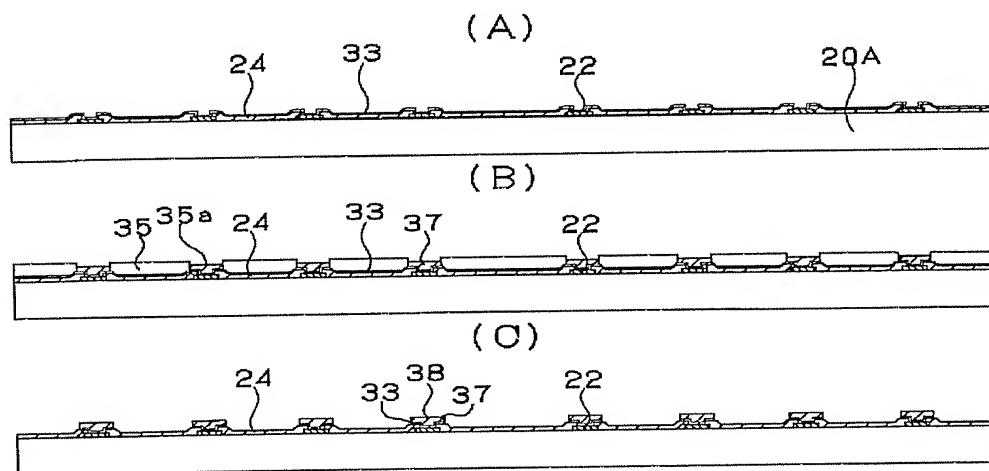
160 銅めっきポスト

10

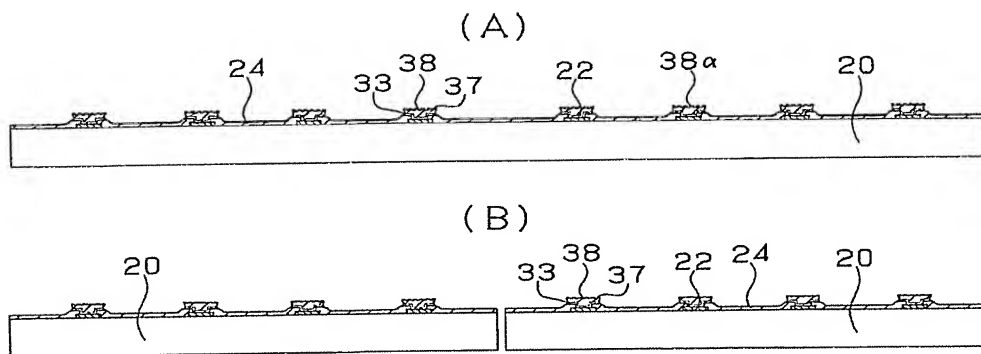
【図1】



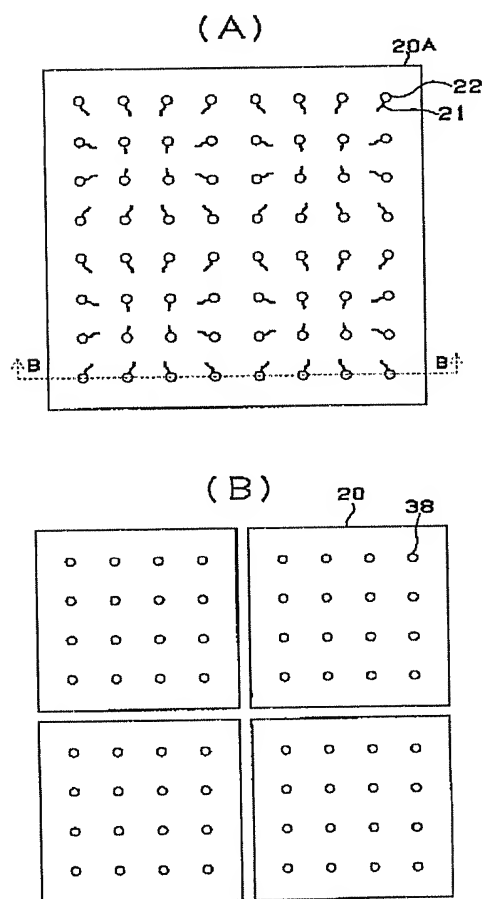
【図2】



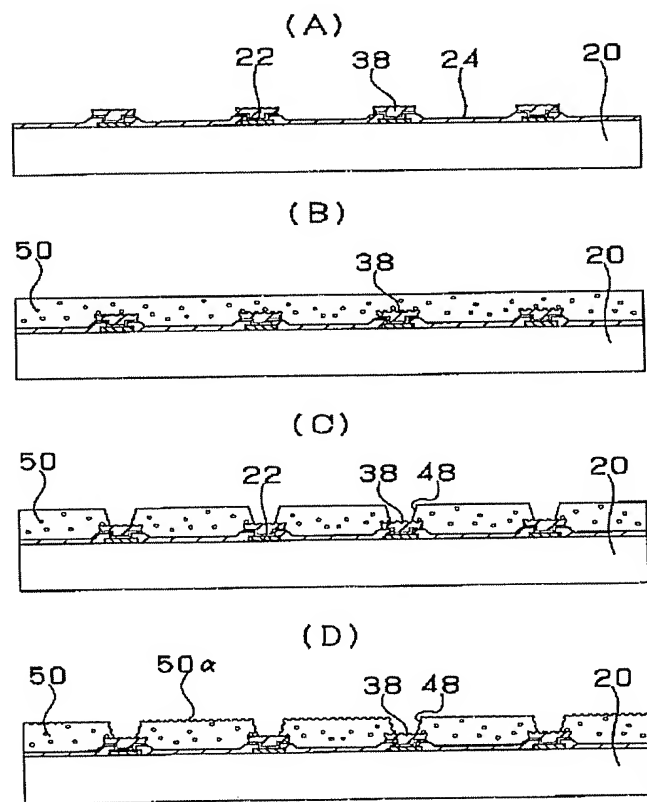
【図3】



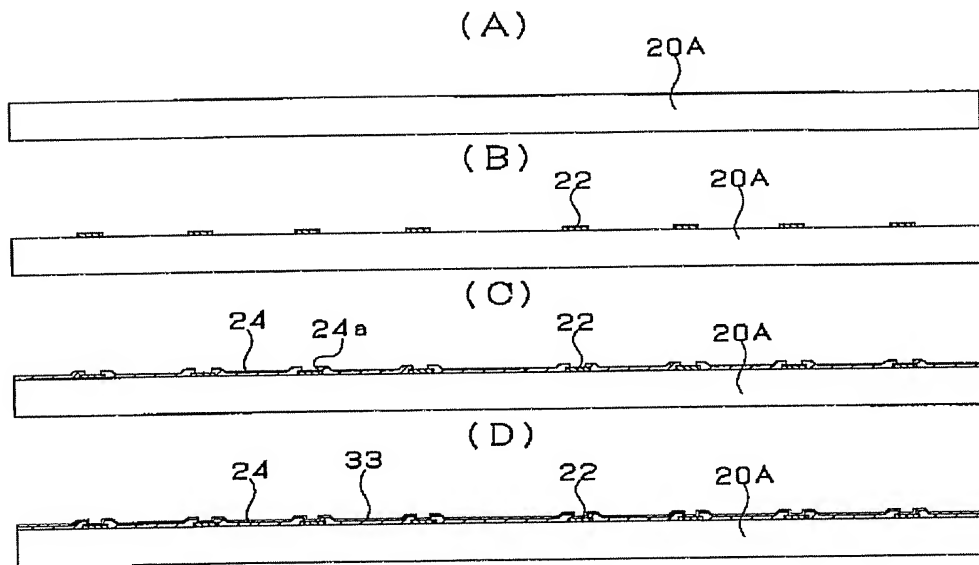
【図4】



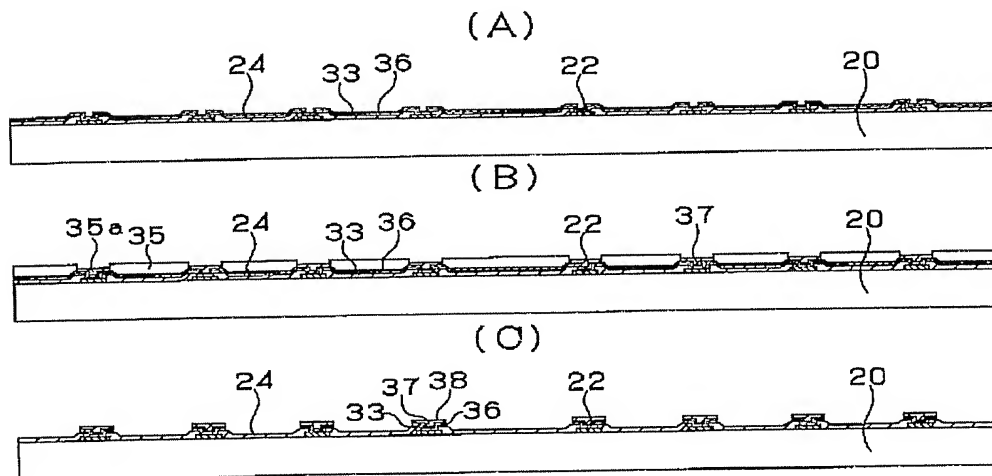
【図10】



【図5】

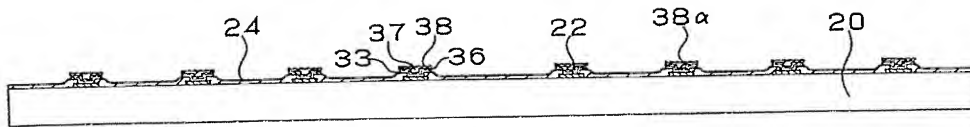


【図6】

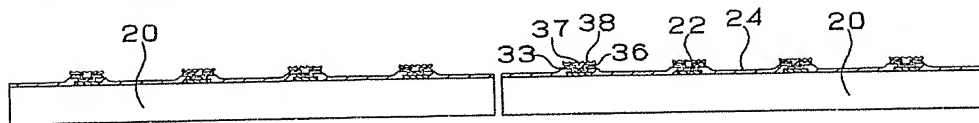


【図7】

(A)

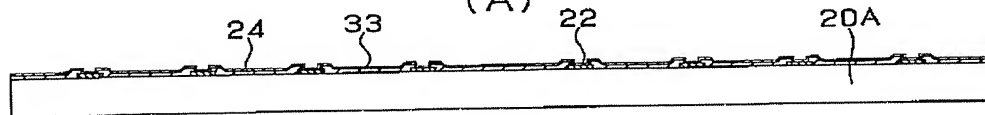


(B)

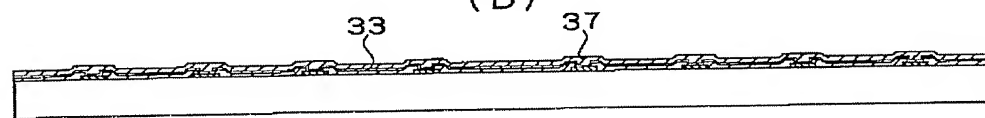


【図8】

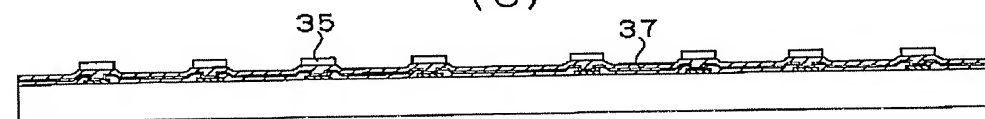
(A)



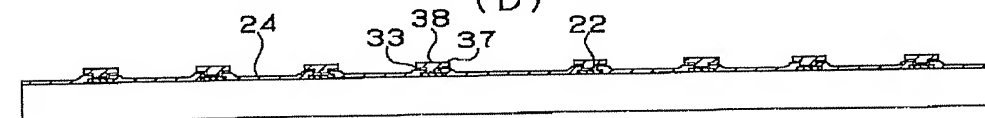
(B)



(C)

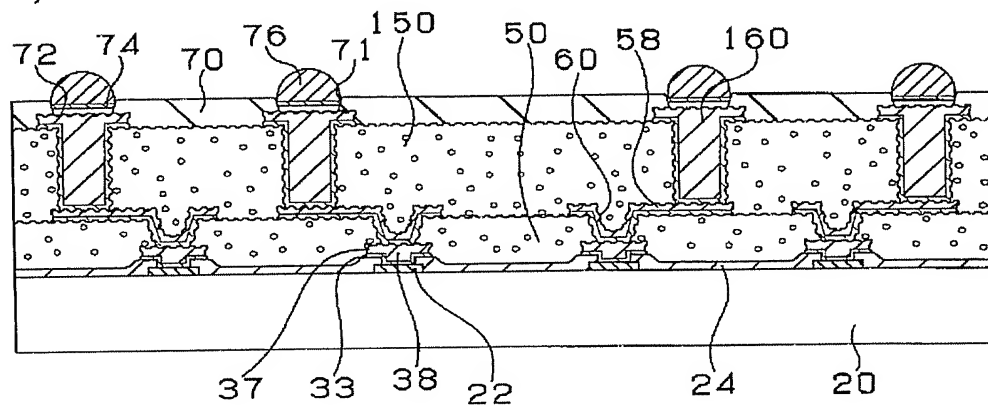


(D)

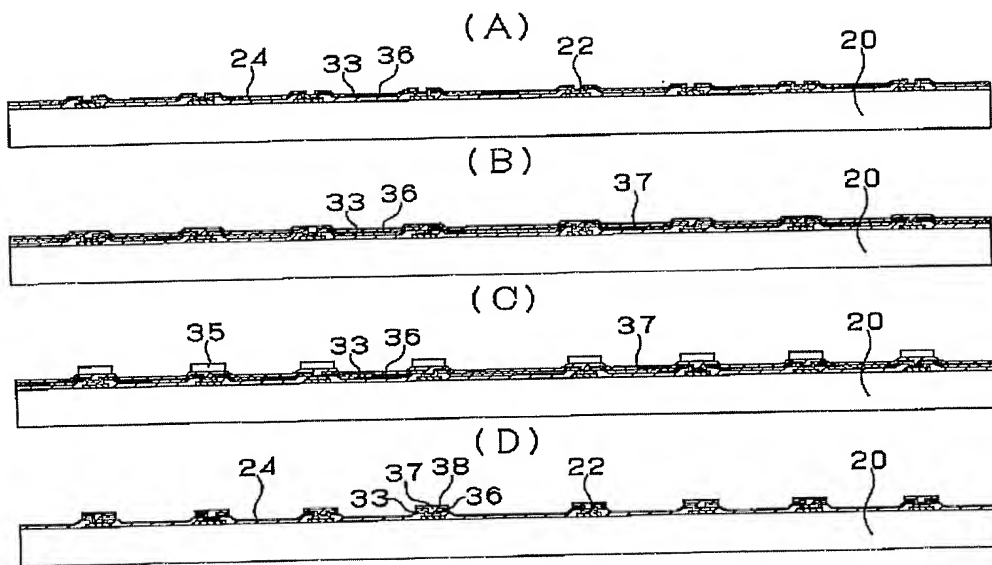


【図14】

10

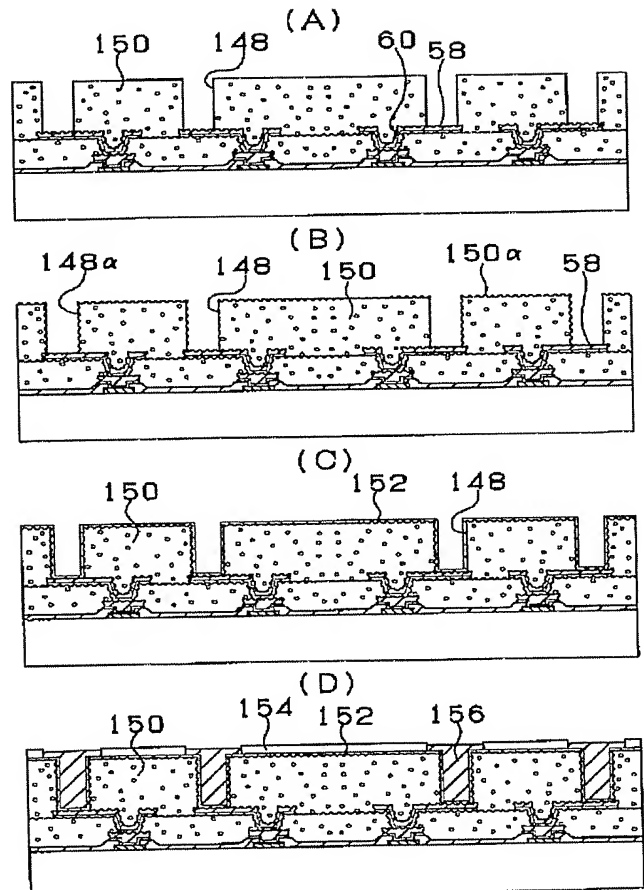
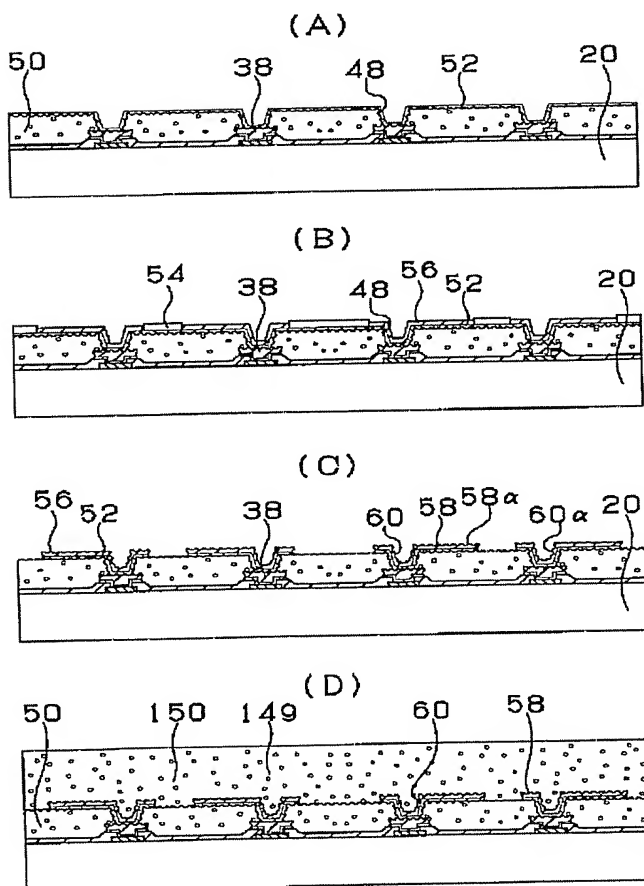


【図9】

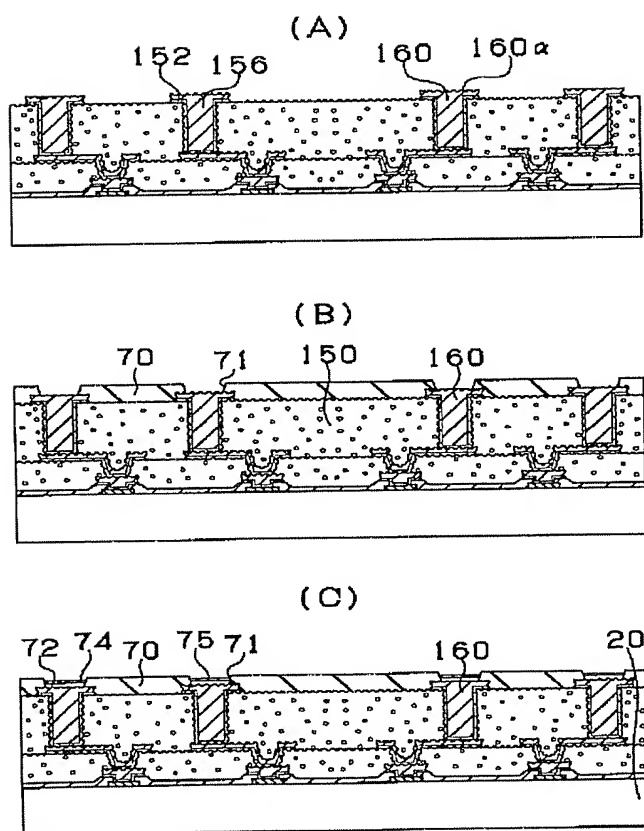


【図11】

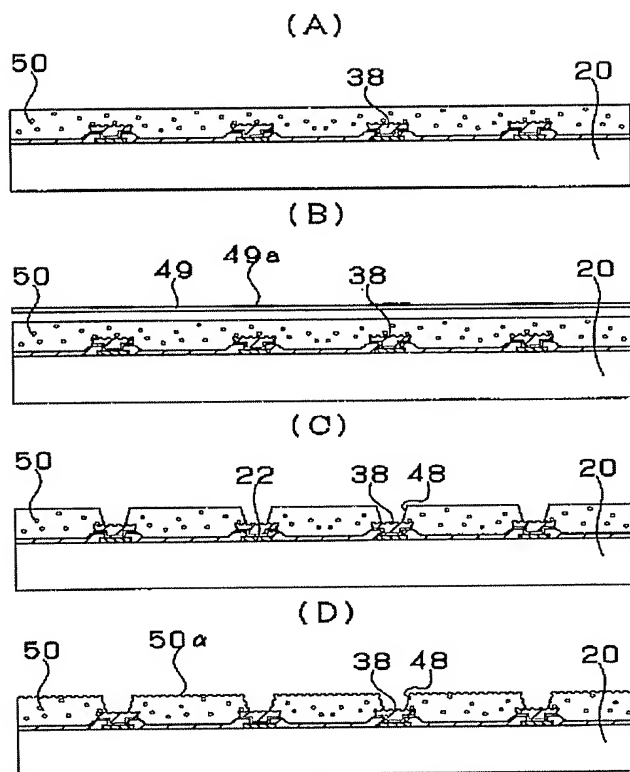
【図12】



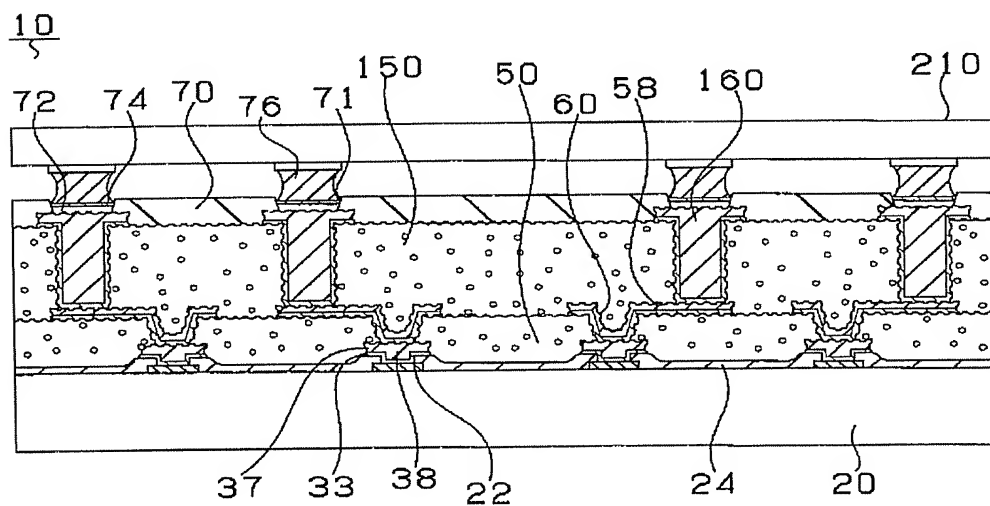
【図13】



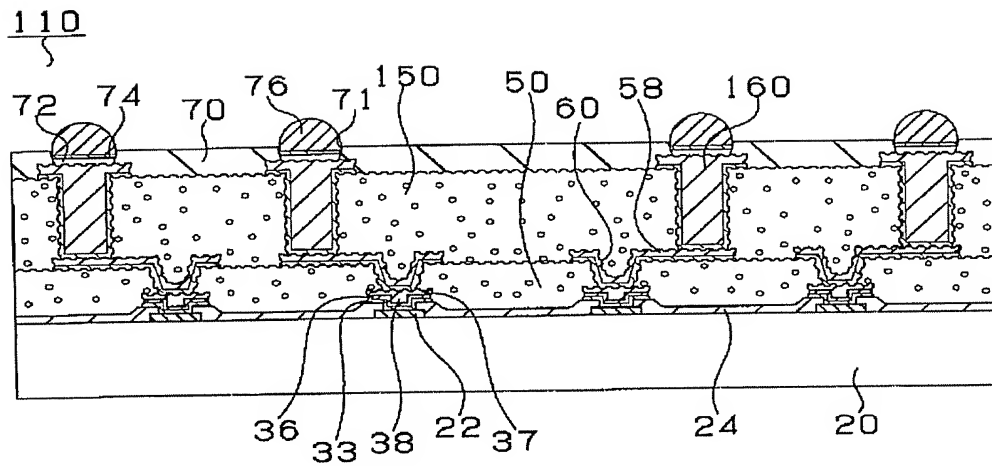
【図16】



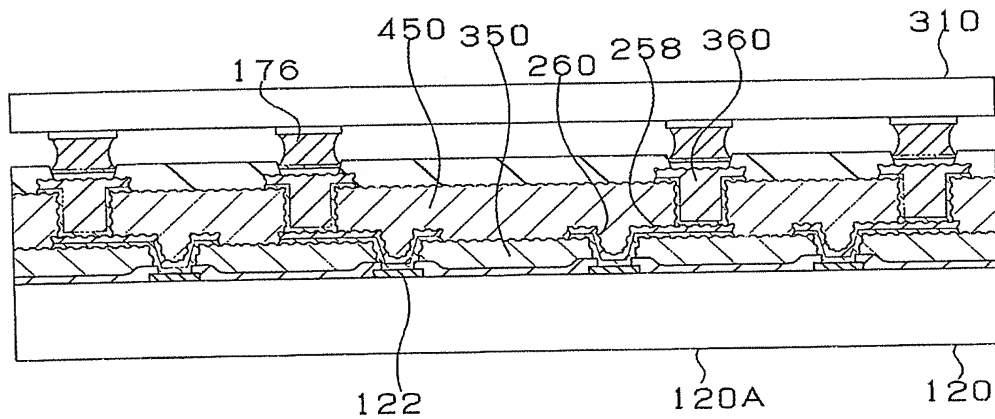
【図15】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I
H 0 1 L 21/90

ターム(参考)
S

F ターム(参考) 5F033 HH07 HH11 HH13 HH14 HH17
HH18 JJ01 JJ07 JJ11 JJ13
JJ14 JJ17 JJ18 KK07 KK08
KK11 KK13 KK14 KK17 KK18
MM05 MM08 NN06 PP15 PP19
PP27 PP28 PP33 QQ00 QQ01
QQ08 QQ09 QQ37 QQ54 RR21
RR27 SS21 VV07 WW01 XX13
XX19 XX21
5F058 AA02 AC01 AC02 AC03 AC04
AC05 AC06 AF04 AH02